

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-004991

(43)Date of publication of application : 08.01.2003

(51)Int.Cl.

G02B 6/42
H01L 31/0232
H01S 5/022
H04B 10/02
H04B 10/28
H05K 7/00

(21)Application number : 2001-191738

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.06.2001

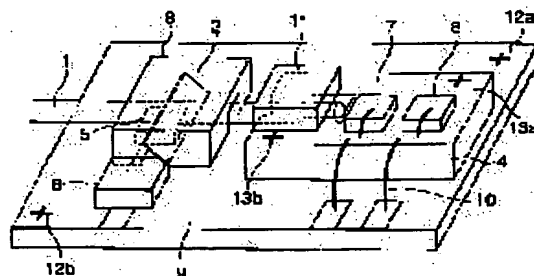
(72)Inventor : TOGO HITOMARO
ASANO HIROAKI

(54) OPTICAL TRANSMISSION AND RECEPTION MODULE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-sized, low-priced optical transmission and reception module which eliminates the need for an optical waveguide requiring a complicated process.

SOLUTION: A slit 16 is formed obliquely crossing an optical fiber core 15 halfway, a wavelength-selective filter 2 is inserted and fixed in the slit, and a light receiving element 5 is optically coupled with the wavelength-selective filter. A light emitting element 7 is optically coupled with the front end surface of the optical fiber core.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-4991

(P2003-4991A)

(43) 公開日 平成15年1月8日(2003.1.8)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テグ-ト [*] (参考)	
G 0 2 B	6/42	G 0 2 B	6/42	2 H 0 3 7
H 0 1 L	31/0232	H 0 1 S	5/022	4 E 3 5 2
H 0 1 S	5/022	H 0 5 K	7/00	E 5 F 0 7 3
H 0 4 B	10/02	H 0 1 L	31/02	C 5 F 0 8 8
	10/28	H 0 4 B	9/00	W 5 K 0 0 2
審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 11 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2001-191738(P2001-191738)

(22) 出願日 平成13年6月25日(2001.6.25)

(71) 出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 東郷 仁磨

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(72) 発明者 浅野 弘明

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100093067

弁理士 二瓶 正敬

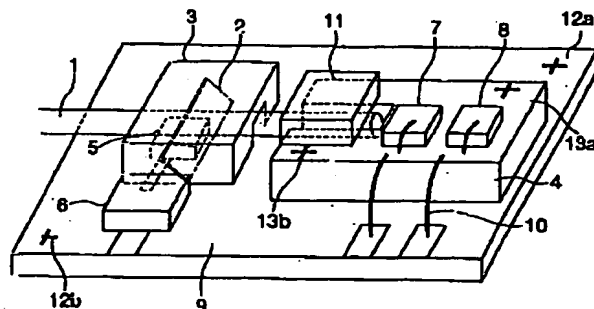
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光送受信モジュールとその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 複雑なプロセスが必要とする光導波路が不要であり、かつ、小型で低価格な光送受信モジュールを提供する。

【解決手段】 光ファイバコア15の途中を斜めに横切るようにスリット16が形成され、スリットには波長選択性フィルタ2が挿入されて固定され、受光素子5が波長選択性フィルタに光結合される。発光素子7は光ファイバコアの先端面で光結合される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバ芯線の途中に前記光ファイバのコアを横切る斜めスリットを形成し、前記スリットにフィルタ又はハーフミラーを挿入して受光素子及び発光素子の一方を光結合するとともに、前記光ファイバコアの先端面に前記受光素子及び発光素子の他方を光結合するように構成した光送受信モジュール。

【請求項2】 前記斜めスリットに第1の波長の光を反射して第1の波長と異なる第2の波長の光を透過させる波長選択性フィルタを挿入し、前記光ファイバを介して伝送されてきた第1の波長の光信号を前記波長選択性フィルタにより反射して前記受光素子により受光するとともに、前記光ファイバコアの先端面に第2の波長で発振する前記発光素子を光結合した請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項3】 前記光ファイバの少なくとも前記スリットが形成された部分が第1の基板に形成された溝に埋め込まれている請求項1又は2に記載の光送受信モジュール。

【請求項4】 前記光ファイバの先端面までが前記第1の基板に形成された溝と、前記発光素子が実装された第2の基板のV溝により挟むように埋め込まれており、前記第1及び第2の基板の各溝の深さが前記光ファイバ芯線の半径より小さい請求項1から3のいずれか1つに記載の光送受信モジュール。

【請求項5】 前記第2の基板が前記発光素子の光を吸収又は反射する材料であり、かつ前記受光素子の受光部に前記発光素子の光が直接入射しないように前記第2の基板の厚さ又はV溝長さが形成されている請求項4に記載の光送受信モジュール。

【請求項6】 前記第1の基板が紫外線を透過させる材料であり、前記第1の基板と前記受光素子及び第2の基板との間に紫外線硬化樹脂を充填して紫外線を前記第1の基板を介して前記樹脂に照射することにより硬化・固定する請求項4又は5に記載の光送受信モジュール。

【請求項7】 前記発光素子が端面出射型であって前記発光素子が実装された第2の基板が第3の基板上に実装されるとともに、前記受光素子がPN電極を有する電極面と反対側の面から光を入射させる裏面入射型構造であって前記第3の基板にフリップチップ実装されている請求項1から6のいずれか1つに記載の光送受信モジュール。

【請求項8】 前記受光素子の受光部が前記光ファイバの光軸方向と直交する2次元平面において異方性を持つ形状を有する請求項1から7のいずれか1つに記載の光送受信モジュール。

【請求項9】 セラミックの前記第3の基板上に回路パターンと位置合わせされて同時に形成された位置調整用マーカを基準として、前記第2の基板と前記受光素子を前記第3の基板上に位置合わせして実装する請求項7又

は8に記載の光送受信モジュール。

【請求項10】 前記第3の基板の光送信回路と光受信回路のグランドパターンが分離されているとともに、前記光受信回路の周囲を囲む上面グランドパターンと下面グランドパターンを複数のスルーホールで電気的に接続した請求項7から9のいずれか1つに記載の光送受信モジュール。

【請求項11】 前記第3の基板の上面に形成されたグランド線と信号線がビアホールを通過して前記第3の基板の下面のパターンに接続されており、さらに前記第3の基板を半田を介して第4の基板上に実装した請求項7から10のいずれか1つに記載の光送受信モジュール。

【請求項12】 請求項1から11のいずれか1つに記載の光送受信モジュールを作成した後に、送受信信号光を透過させない樹脂で少なくとも前記受光素子の上部を覆うようにボッティングする光送受信モジュールの製造方法。

【請求項13】 請求項1から12のいずれか1つに記載の光送受信モジュールを作成した後に、前記光ファイバの他端に光コネクタを光結合する光送受信モジュールの製造方法。

【請求項14】 請求項1から13のいずれか1つに記載の光送受信モジュールを製造する方法であって、前記第1の基板より大きな主基板上に複数のファイバ埋め込み用溝と切断用の溝を交互にかつ平行に同一のダイシング工程で形成するステップと、前記複数のファイバ埋め込み用溝のそれぞれに光ファイバを埋め込んで固定するステップと、前記複数のファイバ埋め込み用溝にそれぞれ埋め込まれた複数の光ファイバに同時に前記斜めスリットを形成するステップと、前記斜めスリットに前記フィルタ又はハーフミラーを挿入するステップと、前記複数の光ファイバの先端面と前記主基板の先端面を同時に切断するステップと、前記切断用の溝を切断して複数の前記第1の基板を作成するステップとを、有する光送受信モジュールの製造方法。

【請求項15】 前記複数の光ファイバの先端面と前記主基板の先端面を同時に切断するステップは、少なくとも2本の光ファイバの他方の端面から光を入射して前記斜めスリットによる散乱光を基準位置として所定の距離の前記複数の光ファイバの先端面と前記主基板の先端面を同時に切断するステップを有する請求項14に記載の光送受信モジュールの製造方法。

【請求項16】 前記斜めスリットを形成するステップ及び前記斜めスリットに前記フィルタ又はハーフミラーを挿入するステップは、前記光ファイバが埋め込まれた主基板の上にダミー基板を重ねて前記ダミー基板側からダイシングソーを用いて前記ダミー基板側を分割するとともに前記斜めスリットを形成するステップと、分割された前記ダミー基板の一方を取り去るステップと、残った前記ダミー基板の分割面をガイド面として前記フィル

タ又はハーフミラーを前記スリットに挿入するステップとを、有する請求項14又は15に記載の光送受信モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバ通信に利用される光送受信モジュールとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、メタリックケーブルに代わって高速大容量の情報を低損失で伝送できる光ファイバ通信が注目され、光デバイスの低価格化と高速化と共に高機能化がますます求められている。一例として1本の光ファイバを用いて、上りと下りの光双方向伝送を異なる波長 λ_1 、 λ_2 で実現する光通信方式の開発などが進められているが、本方式の光モジュールには、発光素子と受光素子と波長分離と合波機能部品などを集積化する技術が必要である。

【0003】以下に、従来の光双方向モジュールの代表例について説明する。従来は、受信波長 λ_1 の信号を送信波長 λ_2 と分離するために、光導波路とWDM（波長多重）フィルタを組合せた構造が一般的である。図13は特開平11-68705号公報に記載されている、光導波路を用いたWDM光双方向モジュールの従来構造を示す。Si基板103上には光導波路102（102a、102b、102c）がWDMフィルタ107を中心としてスター状に形成され、光導波路102a、102b、102cの各一端に対してそれぞれ発光素子105、受光素子106、光ファイバ101を、入出射光を光結合できるように2次元の高精度な位置合わせ（アライメント）により実装する。発光素子105と受光素子106の位置合わせは、Si基板103にあらかじめ高精度に形成したアライメントマーカ108を用いて行うのが一般的である。

【0004】発光素子105の波長 λ_2 の出力光は、光導波路102aを介して伝送されてWDMフィルタ107で反射された後、光導波路102cを通して光ファイバ101へと導入される。ここで、光ファイバ101のコアと光導波路102cの各先端面を光学的に結合できるように、光導波路102cの位置に対してSi基板103上に高精度にV形状の溝を加工しておき、V溝に沿って光ファイバ101を位置合わせして固定するという方法が一般的である。一方、光ファイバ101から伝送されてきた波長 λ_1 の光信号は、光導波路102cを介して伝送されてWDMフィルタ107を透過し、光導波路102bを介して受光素子106で受光する。受光素子106はチップの側面方向から光入射することで受光できる構造を有している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記、従来例は以下の

問題を有していた。光導波路102を有する従来例は、Si基板103上にV溝や位置合わせ用マーカ108だけでなく光導波路102を高精度に形成するための複雑なプロセスが必要な上、Si基板103上に光導波路102a、102b、102cをWDMフィルタ107を中心としてスター状に形成するので、Si基板103のサイズが大きくなり、Si基板103自体の低価格化が困難であるとともに、モジュールの小型化が困難であった。

【0006】また、受光素子106は、光導波路102bからの光をチップの素子側面に入射する構造であるので、光導波路102bと受光素子106の位置合わせをするために1~2 μ m程度の高精度の実装が必要となる。また、受光素子106や発光素子105などをSi基板103上に効率的に実装するには、高温半田リフロープロセスなどが必要のため、光学系の固定には耐熱性に優れた樹脂を採用するとともに、リフロー実装を可能とするため、高価なフェルルール付きのモジュール構造にする必要があった。

【0007】本発明は上記従来例の課題を解決するもので、複雑なプロセス及び大きな面積を必要とする光導波路を不要にして小型で低価格な光送受信モジュールを提供することを目的とする。本発明はまた、製造工程を簡略化することができる光送受信モジュールの製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の光送受信モジュールは上記目的を達成するために、光ファイバ芯線の途中に前記光ファイバのコアを横切る斜めスリットを形成し、前記スリットにフィルタ又はハーフミラーを挿入して受光素子及び発光素子の一方を光結合するとともに、前記光ファイバコアの先端面に前記受光素子及び発光素子の他方を光結合するように構成した（請求項1）。この構成により、光導波路を必要とせずに1本の光ファイバで光送受信可能なモジュールを実現できる。また、光ファイバ先端部及び斜め光入出射部にそれぞれ受光素子及び発光素子の一方、他方を配置することにより、光ファイバをV溝に沿って位置合わせして固定するだけで容易にファイバ結合が実現できる。

【0009】また、本発明の光送受信モジュールは、前記斜めスリットに第1の波長の光を反射して第1の波長と異なる第2の波長の光を透過させる波長選択性フィルタを挿入し、前記光ファイバを介して伝送されてきた第1の波長の光信号を前記波長選択性フィルタにより反射して前記受光素子により受光するとともに、前記光ファイバコアの先端面に第2の波長で発振する前記発光素子を光結合する構成とした（請求項2）。この構成により、光導波路を必要とせずに1本の光ファイバで光送受信可能なモジュールを実現できる。また、光ファイバ先端部及び斜め光入出射部にそれぞれ発光素子、受光素子

を配置することにより、光ファイバをV溝に沿って位置合わせして固定するだけで容易に高い光結合効率を得ることができる。

【0010】また、本発明の光送受信モジュールは、前記光ファイバの少なくとも前記スリットが形成された部分が第1の基板に形成された溝に埋め込まれている構成とした（請求項3）。この構成により、光ファイバコアに対して斜めに形成するスリットの加工時にファイバが折れてしまうことを防ぐことができる。

【0011】また、本発明の光送受信モジュールは、前記光ファイバの先端面までが前記第1の基板に形成された溝と、前記発光素子が実装された第2の基板のV溝により挟むように埋め込まれており、前記第1及び第2の基板の各溝の深さが前記光ファイバ芯線の半径より小さい構成とした（請求項4）。この構成により、光ファイバの固定強度を上げることができ、また、固定強度をあげるために必要とするファイバ押さえ部品が不要となる。

【0012】また、本発明の光送受信モジュールは、前記第2の基板が前記発光素子の光を吸収又は反射する材料であり、かつ前記受光素子の受光部に前記発光素子の光が直接入射しないように前記第2の基板の厚さ又はV溝長さが形成されている構成とした（請求項5）。この構成により、発光素子の出力光が受光素子に漏れ込むことを防止することができ、送受信間の光アイソレーションを改善することができる。

【0013】また、本発明の光送受信モジュールは、前記第1の基板が紫外線を透過させる材料であり、前記第1の基板と前記受光素子及び第2の基板との間に紫外線硬化樹脂を充填して紫外線を前記第1の基板を介して前記樹脂に照射することにより硬化・固定する構成とした（請求項6）。この構成により、光結合効率を劣化することなくファイバ埋め込み基板を強固に固定することができる。

【0014】また、本発明の光送受信モジュールは、前記発光素子が端面出射型であって前記発光素子が実装された第2の基板が第3の基板上に実装されるとともに、前記受光素子がPN電極を有する電極面と反対側の面から光を入射させる裏面入射型構造であって前記第3の基板にフリップチップ実装されている構成とした（請求項7）。この構成により、高周波特性に優れた光受信回路を含む光送受信モジュールが実現できる。また、上記従来例の受光素子は、素子側面から光入射する導波路タイプの構造であったため、1～2 μ m程度の高精度の実装が必要であったが、裏面入射構造の受光素子の受光径は通常50～100 μ mであり、光ファイバとの結合は、発光素子に比べて高精度な位置合わせは必要としないため、受光素子及びSi基板の電気回路基板上的実装が容易となる。

【0015】また、本発明の光送受信モジュールは、前

記受光素子の受光部が前記光ファイバの光軸方向と直交する2次元平面において異方性を持つ形状を有する構成とした（請求項8）。この構成により、斜めスリット内のフィルタ又はハーフミラーで反射した信号光の形状がファイバ光軸方向と直交する2次元平面に広がった楕円であっても、効率よく受光素子に受光させることができる。

【0016】また、本発明の光送受信モジュールは、セラミックの前記第3の基板上に回路パターンと位置合わせされて同時に形成された位置調整用マーカを基準として、前記第2の基板と前記受光素子を前記第3の基板上に位置合わせして実装する構成とした（請求項9）。この構成により、電気回路基板の高周波特性が改善することができると同時に、位置調整マーカを精度よく形成するための工程を追加する必要がなく、放熱性にも優れたモジュールを実現することができる。

【0017】また、本発明の光送受信モジュールは、前記第3の基板の光送信回路と光受信回路のグランドパターンが分離されているとともに、前記光受信回路の周囲を囲む上面グランドパターンと下面グランドパターンを複数のスルーホールで電気的に接続した構成とした（請求項10）。この構成により、受光回路部の電気的シールド効果を改善することができる。

【0018】また、本発明の光送受信モジュールは、前記第3の基板の上面に形成されたグランド線と信号線がビアホールを通過して前記第3の基板の下面のパターンに接続されており、さらに前記第3の基板を半田を介して第4の基板上に実装した構成とした（請求項11）。この構成により、モジュール制御用の第4の基板上の他の素子と同時にセラミックの第3の基板を半田リフロー実装することができるとともに、第3、第4の基板の間はボンディングワイヤやリード線を必要としないことから、高周波特性に優れている。

【0019】また、本発明の光送受信モジュールの製造方法は、光送受信モジュールを作成した後に、送受信信号光を透過しない樹脂で少なくとも前記受光素子の上部を覆うようにポッティングする構成とした（請求項12）。この構成により、発光素子の出力光が受光素子に漏れこむことを防止することができるので、送受信間の光アイソレーションを改善することができる。

【0020】また、本発明の光送受信モジュールの製造方法は、光送受信モジュールを作成した後に、前記光ファイバの他端に光コネクタを光結合する構成とした（請求項13）。この構成により、光ファイバはV溝に固定するだけの無調整の簡略化された工程のため、モジュール実装したのちに光ファイバ固定が可能であり、モジュール実装工程が簡略化されるとともに、高価な耐熱性樹脂やフェルールが不要となる。

【0021】また、本発明の光送受信モジュールの製造方法は、前記第1の基板より大きな主基板上に複数のフ

ファイバ埋め込み用溝と切断用の溝を交互にかつ平行に同一のダイシング工程で形成するステップと、前記複数のファイバ埋め込み用溝のそれぞれに光ファイバを埋め込んで固定するステップと、前記複数のファイバ埋め込み用溝にそれぞれ埋め込まれた複数の光ファイバに同時に前記斜めスリットを形成するステップと、前記斜めスリットに前記フィルタ又はハーフミラーを挿入するステップと、前記複数の光ファイバの先端面と前記主基板の先端面を同時に切断するステップと、前記切断用の溝を切断して複数の前記第1の基板を作成するステップとを、有するようにした(請求項14)。上記製造方法により、斜め光入射機能を有する複数のファイバ埋め込み基板を一括で製造することができ、製造効率が向上する。また、ファイバ端面切断工程をスリット加工工程と同一のプロセスで実施でき、製造工程が簡略化される。さらに複数の光ファイバの先端面と前記主基板の先端面を同時に切断するので、製造工程が簡略化される。

【0022】また、本発明の光送受信モジュールの製造方法は、前記複数の光ファイバの先端面と前記主基板の先端面を同時に切断するステップが、少なくとも2本の光ファイバの他方の端面から光を入射して前記斜めスリットによる散乱光を基準位置として所定の距離の前記複数の光ファイバの先端面と前記主基板の先端面を同時に切断するステップを有するようにした(請求項15)。上記製造方法により、スリット位置からファイバ先端面までの距離の精度が向上する。

【0023】また、本発明の光送受信モジュールの製造方法は、前記斜めスリットを形成するステップ及び前記斜めスリットに前記フィルタ又はハーフミラーを挿入するステップが、前記光ファイバが埋め込まれた主基板の上にダミー基板を重ねて前記ダミー基板側からダイシングソーを用いて前記ダミー基板側を分割するとともに前記斜めスリットを形成するステップと、分割されたダミー基板の一方を取り去るステップと、残ったダミー基板の分割面をガイド面として前記フィルタ又はハーフミラーを前記スリットに挿入するステップとを、有するようにした(請求項16)。上記製造方法により、フィルタ又はハーフミラーをスリットに挿入しやすくなり、製造効率が向上する。

【0024】

【発明の実施の形態】(実施の形態1)以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明の実施の形態1における波長多重光送受信モジュールを示す構成図、図2は図1のファイバ埋め込み基板を示す側面図及び正面図、図3は発光素子と受光素子の光結合部を示す拡大断面図である。

【0025】図1において、セラミック基板9上には、光ファイバ芯線(以下単に光ファイバという)1内のコア15を介して伝送されてきた波長 λ_1 の光信号を光ファイバコア15の途中で受信するための受光素子5(及

びプリアンプ6)が実装されている。セラミック基板9上にはまた、V溝付きのSi基板(以下単にSi基板という)4が実装され、Si基板4上には、光ファイバコア15の先端面に波長 λ_2 の光信号を送信するための発光素子7(及びそのモニタ用受光素子8)が実装されている。受光素子5と発光素子7(及びモニタ用受光素子8)は、光ファイバ1に沿って直線上に配置されている。

【0026】図2(a)はファイバ埋め込み基板3の左側面を示し、図2(b)は正面図を示している。光ファイバ1は図2に詳しく示すように、ガラスや樹脂などの紫外線(UV)を透過するファイバ埋め込み基板3に形成された溝14に埋め込まれて固定されるとともに、光ファイバコア15の途中を斜めに横切るようにダイシングソーを用いてスリット16が形成され、スリット16には波長選択性フィルタ2が挿入されて固定されている。スリット16と、光ファイバ1の平坦に加工された先端面との間の距離Aは、受光素子5と発光素子7の間の距離に相当するあらかじめ定められた距離になるように加工されている。

【0027】ここで、発光素子7及びモニタ用受光素子8は、後述するV溝が形成されたSi基板4上に形成された位置調整用マーカ13a、13bを用いてSi基板4上に高精度に位置合わせして実装する。また、受光素子5は裏面入射型であり、セラミック基板9上に形成されたアライメントマーカ12a、12bを利用してセラミック基板9上に高精度に位置合わせしてフリップチップ実装する。同時に、プリアンプ6もセラミック基板9上にフリップチップ実装することで受光素子5との距離を短くすることができ、良好な高周波特性が得られる。

【0028】図3は発光素子7と受光素子5の光結合部の拡大断面図である。発光素子7の光結合部は従来のV溝を利用した光結合方法と同様であり、Si基板4に高精度に加工されたV溝に光ファイバ1を挿入して固定する。発光素子7は端面出射型のレーザであり、出射光が光ファイバコア15に光導入できるように、あらかじめV溝の深さ及び位置が形成されている。

【0029】受光素子5は受光径が50~100 μ mの裏面入射型の構造を有する。受光素子5はファイバ埋め込み基板3の波長選択性フィルタ2の真下に配置され、波長選択性フィルタ2で反射された波長 λ_1 の光信号を受光する。受光素子5と発光素子7の出射端面との距離が図2に示す距離Aと等しくなるように設計されているので、光ファイバ1をV溝に沿って固定するだけで、無調整で発光素子7及び受光素子5の光結合が同時に行われる構造となっている。

【0030】なお、図3に示すようにセラミック基板9に対して、受光素子5は半田バンプ17を介して、Si基板4は接着剤18を介して実装される。また、図1に示すように光ファイバ1のSi基板4に対する固定はフ

ファイバ固定補強部品11により補強され、また、Si基板4上の発光素子7及びモニタ用受光素子8は、ボンディングワイヤ10を介してセラミック基板9の導電パターンに電氣的に接続される。

【0031】(実施の形態2)次に図4～図7を参照して本発明の実施の形態2について説明する。図4は実施の形態2における光送受信モジュールの構成図である。受光素子5、発光素子7、Si基板4と光学系の基本構成は上記実施の形態1と同様であるので、異なる点のみについて詳しく説明する。図5は図4のファイバ埋め込み基板3aの正面図であり、先端の光ファイバ被覆19が除去された光ファイバ1はその先端までファイバ埋め込み基板3aに埋め込まれている。また、光ファイバ被覆19は一部がファイバ埋め込み基板3aに埋め込まれている。

【0032】図6はSi基板4とファイバ埋め込み基板3aの各V溝部の側面図である。ファイバ埋め込み基板3a及びSi基板4の各V溝は、光ファイバ1の半分以上が下部、上部にそれぞれ露出するように浅く加工する。これにより、Si基板4とファイバ埋め込み基板3aを、光ファイバ1を挟んで重ね合わせることができ、実施の形態1のファイバ固定補強部品11が不要となる。ファイバ埋め込み基板3aと受光素子5の隙間は出来るだけ狭くなるように、Si基板4の高さを設計しておき、その隙間全体に光ファイバ1と屈折率が等しいUV(紫外線)硬化樹脂20を充填し、UV光をファイバ埋め込み基板3aを介してUV硬化樹脂20に照射して硬化させることにより、ファイバ埋め込み基板3aを固定する。実施の形態1よりも固定強度が向上するとともに、光ファイバ1と空気層での反射損失が低減できる。また、光ファイバ1の光ファイバ被覆19とファイバ埋め込み基板3aが重なる部分を接着剤を用いて固定することにより、光ファイバ1の固定部の根元の強度が向上する。

【0033】図7は受光素子5の受光部21の構造図を示す。波長選択性フィルタ2で反射した光が受光素子5に対して垂直入射すると反射戻り光が発生するため、斜め方向から入射させることが望ましい。また、光ファイバ1からの出射光はファイバ光軸と直交する面において楕円形状をしているので、受光素子5の受光部21の形状を、素子容量が大きくなりすぎない程度に、出射光のビームと同様の楕円に近い形状で受光部面積を広げることによって効率よく受光することができる。

【0034】図8は本発明の実施の形態における光送受信モジュールとその光送受信モジュールをモジュール制御樹脂基板24上に実装する方法を説明するための構成図である。セラミック基板9上に形成した光送受信モジュールの構成は、実施の形態2と同様である。光ファイバ1の他端には光コネクタ26が結合され、いわゆるビッグテール構造を有している。ファイバビッグテールは耐熱

性が低いため、半田リフロー工程に耐えられないため、光素子が実装されているセラミック基板9をモジュール制御基板(樹脂基板)24に実装した後に、光コネクタ26を光ファイバ1に対して結合を行う。これにより、モジュール実装に半田リフロー実装を適用することができ、生産効率が向上する。

【0035】セラミック基板9上のパターンはビアホール22を通して裏面パッドに電氣的に接続されており、チップサイズパッケージ(CSP)などと同様の半田接合方法で、半田23を介してモジュール制御樹脂基板24上の基板パターン25上に電氣的固定が可能である。なお、上記実施の形態1や2で説明したように光ファイバ結合は、V溝に無調整で容易に固定することができる。

【0036】図9は本発明の実施の形態2における光受信回路周辺の構成図であり、図9(a)は側面図、図9(b)は平面図である。受光素子5とプリアンプ6の周囲を囲うように、光送信回路とは独立したグランドパターン26aをセラミック基板9上に形成する。さらにグランドパターン26aは複数のビアホール22を通して裏面グランドパターン(不図示)に接続する。これにより、光受信回路の近くに配置されている光送信回路からの電氣的なクロストークを改善することができる。また、受信回路部の上を光を透過しない樹脂(光遮蔽用樹脂)27で覆うことにより、送信光が受光素子5に漏れこむことを防止して光クロストークが改善される。

【0037】図10は本発明の実施の形態2における受光素子5とV溝付きSi基板4の正面図を示す。発光素子7の出射光28が図示されているように、Si基板4の端で遮られるように、受光素子5を近づけて実装する。これにより、光のクロストークが改善される。

【0038】(製造方法)図11.(1)～(4)は本発明の実施の形態2におけるファイバ埋め込み基板3aの製造方法を示す工程概略図である。まず、図11(1)に示すように、複数のファイバ埋め込み基板3aを構成する主基板にダイシングで等間隔にファイバ埋め込み用溝3-1と基板分割用溝3-2を交互に形成し、次に図11(2)に示すようにファイバ埋め込み用溝3-1に光ファイバ1を固定する。

【0039】次いで図11(3)に示すようにダイシングソーによりスリット16及び光ファイバ1の先端面切断の加工を行い、スリット16に波長選択性フィルタ2を挿入して固定する。次いで図11(4)に示すように基板分割溝3-2を切断して複数のファイバ埋め込み基板3aを作成する。これにより、複数のファイバ埋め込み基板3aを一括で製造できる。分割溝3-2とファイバ埋め込み溝3-1、さらにスリット16と光ファイバ1の先端面の加工を同一のダイシングプロセスで実現でき、製造工程が簡略化されている。

【0040】次に、図11(3)に示す工程においてス

リット16の位置と光ファイバ1の先端面の距離Aを精度よく加工する方法を説明する。スリット加工をした後に、2本の光ファイバ1へ外から光を注入すると光ファイバコア15とスリット加工面に接している部分の2箇所で光散乱する。この2つの散乱光を基準位置として光ファイバ1の先端面を切断することによって、スリット16から所定の距離Aの位置に精度よく垂直な光ファイバ1の先端面を形成することができる。

【0041】図12(1)～(3)は本発明の実施の形態2におけるスリット16に波長選択性フィルタ2を挿入する製造工程を示す。まず、図12(1)に示すように、ファイバ埋め込み基板3aにダミー基板29を重ねた状態で、ダミー基板29側からファイバ埋め込み基板3aの内部まで斜めにそれぞれスリット30、16の加工を行う。次に図12(2)に示すように、スリット加工により分割されたダミー基板29の片側を除去したのち、ダミー基板29の斜面をガイド面として波長選択性フィルタ2をスリット16に挿入した後、固定を行う。ダミー基板29を利用することで、膜厚の薄い波長選択性フィルタ2を効率よくスリット16に挿入することができる。

【0042】上記の実施の形態では、2波長を透過、分波する波長多重モジュールを実現するために、スリット16に波長選択性フィルタ2を挿入した構成について説明したが、波長選択性フィルタ2の代わりにハーフミラーを挿入することにより、1波長を透過、反射する光送受信モジュールにも適用することができる。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように請求項1に記載の発明によれば、光導波路を必要とせずに1本の光ファイバで光送受信可能なモジュールを実現できる。また、光ファイバ先端部及び斜め光入出射部にそれぞれ発光素子及び発光素子の一方、他方を配置することにより、光ファイバをV溝に沿って位置合わせして固定するだけで容易にファイバ結合が実現できる。請求項2に記載の発明によれば、光導波路を必要とせずに1本の光ファイバで光送受信可能なモジュールを実現できる。また、光ファイバ先端部及び斜め光入出射部にそれぞれ発光素子、受光素子を配置することにより、光ファイバをV溝に沿って位置合わせして固定するだけで容易に高い光結合効率を得ることができる。請求項3に記載の発明によれば、光ファイバコアに対して斜めに形成するスリットの加工時にファイバが折れてしまうことを防ぐことができる。請求項4に記載の発明によれば、光ファイバの固定強度を上げることができ、また、固定強度を上げるために必要とするファイバ押さえ部品が不要となる。請求項5に記載の発明によれば、発光素子の出力光が受光素子に漏れこむことを防止することができ、送受信間の光アイソレーションを改善することができる。請求項6に記載の発明によれば、光結合効率を劣化することなくファイバ埋

め込み基板を強固に固定することができる。請求項7に記載の発明によれば、高周波特性に優れた光受信回路を含む光送受信モジュールが実現できる。また、受光素子と光ファイバとの光結合は、発光素子に比べて高精度な位置合わせは必要としないため、受光素子及びSi基板の電気回路基板上の実装が容易となる。請求項8に記載の発明によれば、斜めスリット内のフィルタ又はハーフミラーで反射した信号光の形状がファイバ光軸方向と直交する2次元平面に広がった楕円であっても、効率よく受光素子に受光させることができる。請求項9に記載の発明によれば、電気回路基板の高周波特性が改善できると同時に、位置調整マーカを精度よく形成するための工程を追加する必要がなく、放熱性にも優れたモジュールを実現することができる。請求項10に記載の発明によれば、受光回路部の電氣的シールド効果を改善することができる。請求項11に記載の発明によれば、モジュール制御用の第4の基板上の他の素子と同時にセラミックの第3の基板を半田リフロー実装することができるとともに、第3、第4の基板の間はボンディングワイヤやリード線を必要としないことから、高周波特性に優れている。請求項12に記載の発明によれば、発光素子の出力光が受光素子に漏れこむことを防止することができるので、送受信間の光アイソレーションを改善することができる。請求項13に記載の発明によれば、光ファイバはV溝に固定するだけの無調整の簡略化された工程のため、モジュール実装したのちに光ファイバ固定が可能であり、モジュール実装工程が簡略化されるとともに、高価な耐熱性樹脂やフェルールが不要となる。請求項14に記載の発明によれば、斜め光入出射機能を有する複数のファイバ埋め込み基板を一括で製造することができ、製造効率が向上する。また、ファイバ端面切断工程をスリット加工工程と同一のプロセスで実施でき、製造工程が簡略化される。さらに複数の光ファイバの先端面と主基板の先端面を同時に切断するので、製造工程が簡略化される。請求項15に記載の発明によれば、スリット位置からファイバ先端面までの距離の精度が向上する。請求項16に記載の発明によれば、フィルタ又はハーフミラーをスリットに挿入しやすくなり、製造効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における波長多重光送受信モジュールを示す構成図

【図2】図1の実施の形態1におけるファイバ埋め込み基板を示す図

(a) 側面図

(b) 正面図

【図3】図1の実施の形態1における発光素子と受光素子の光結合部を示す拡大正面図

【図4】本発明の実施の形態2における波長多重光送受信モジュールを示す構成図

【図5】図4の光学系を示す拡大正面図

【図6】図4の光ファイバの固定部を示す側面図

【図7】図4の受光素子の周辺を示す図

(a) 正面図

(b) 平面図

【図8】本発明の光送受信モジュールを樹脂基板に実装した場合の概略構成を示す正面図

【図9】図4の受光素子の周辺を示す図

(a) 側面図

(b) 平面図

【図10】本発明の実施の形態2におけるSi基板の構成を示す正面図

【図11】本発明の実施の形態2におけるファイバ埋め込み基板の製造方法を示す工程図

(1) 溝のダイシング工程

(2) ファイバ固定工程

(3) スリット加工工程 (4) 切断工程

【図12】本発明の実施の形態2におけるフィルタ挿入方法を示す工程図

(1) スリット形成工程

(2) スリット挿入工程

(3) スリット固定工程

【図13】従来の光送受信モジュールの概略構成を示す斜視図

【符号の説明】

- 1 光ファイバ芯線
- 2 波長選択性フィルタ

3、3a ファイバ埋め込み基板

4 V溝付きSi基板

5 受光素子

6 プリアンプ

7 発光素子

8 モニタ用受光素子

9 セラミック基板

10 ボンディングワイヤ

11 ファイバ固定補強部品

12 位置調整用マーカ

13 V溝基板上位置調整用マーカ

14 ファイバ埋め込み溝

15 光ファイバコア

16、30 スリット

17 半田パンプ

18 接着剤

19 光ファイバ被覆

20 UV(紫外線)硬化樹脂

21 受光部

22 ビアホール

23 半田

24 モジュール制御樹脂基板

25 基板パターン

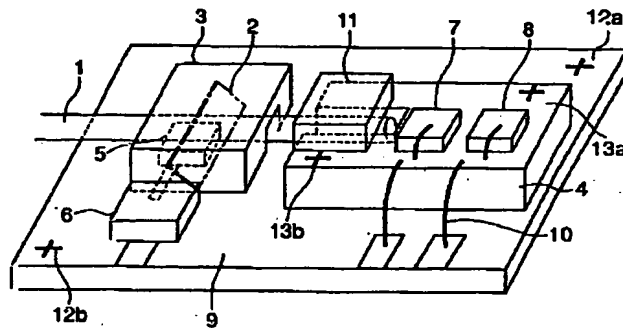
26 光コネクタ

27 光遮蔽用樹脂

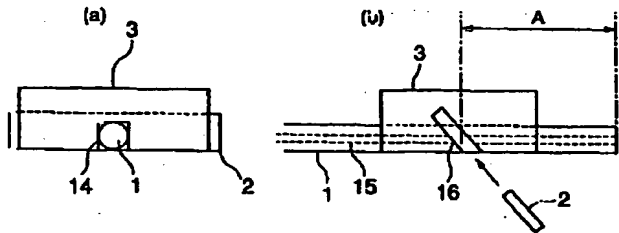
28 発光素子出力光

29 ダミー基板

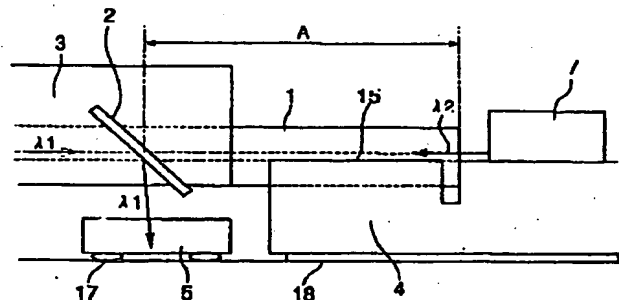
【図1】



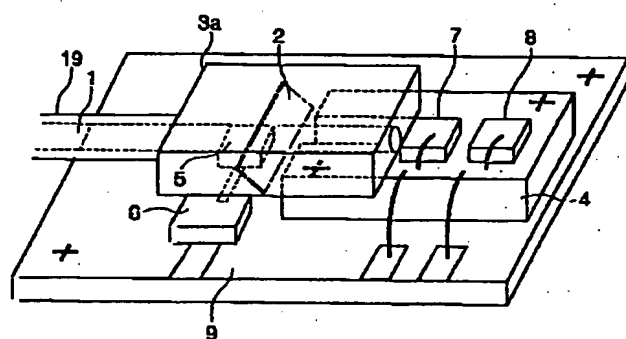
【図2】



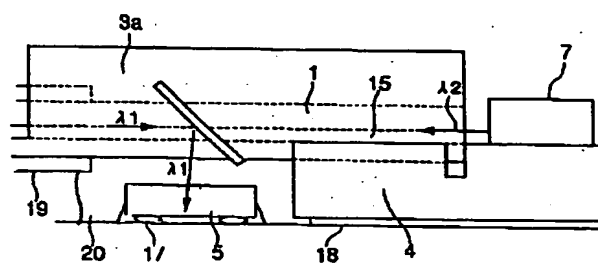
【図3】



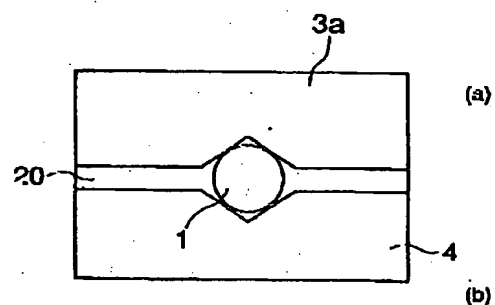
【图4】



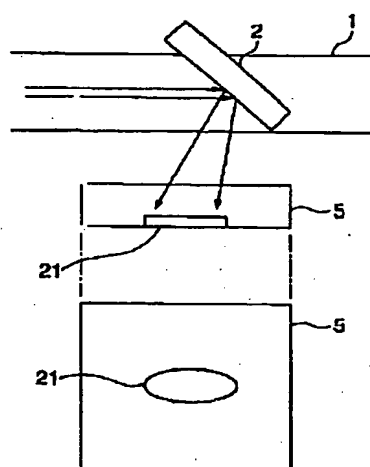
【图5】



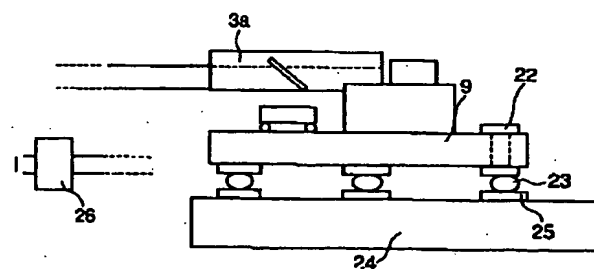
【図6】



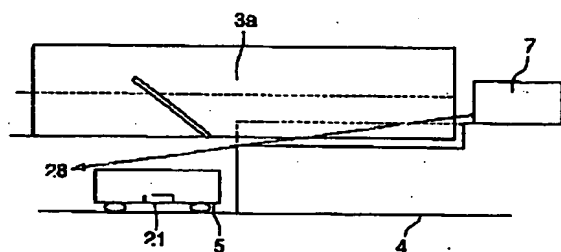
【图7】



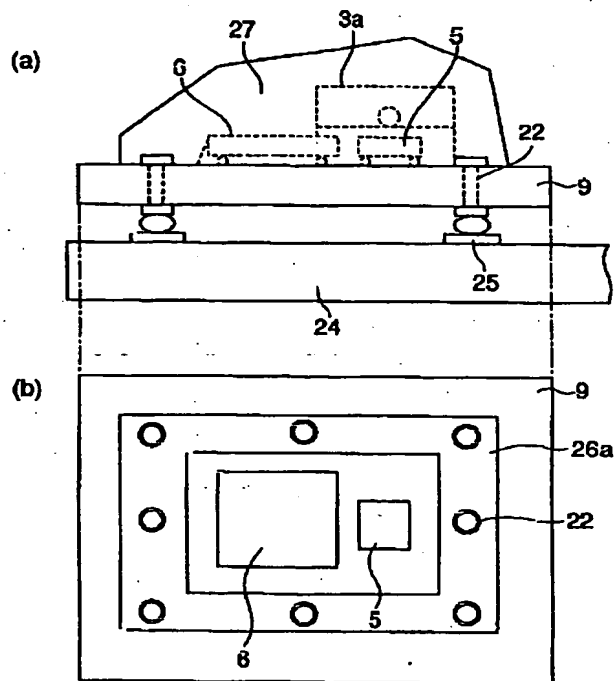
..【図8】



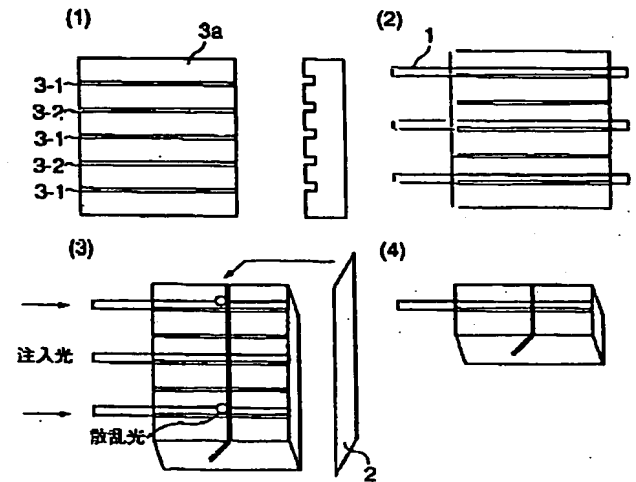
【図10】



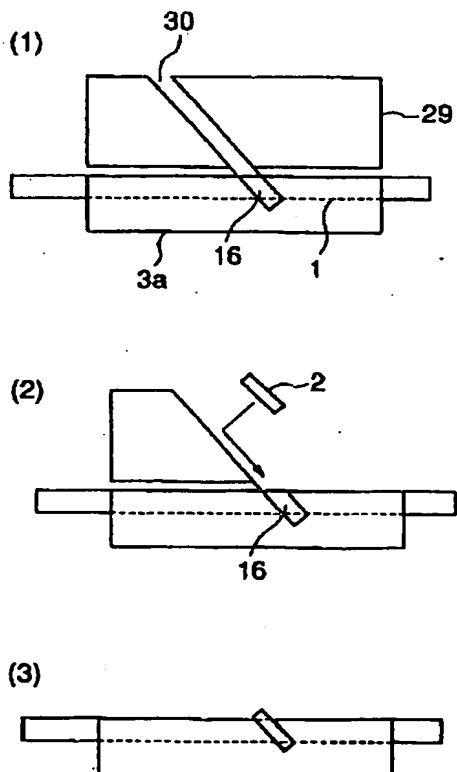
【図9】



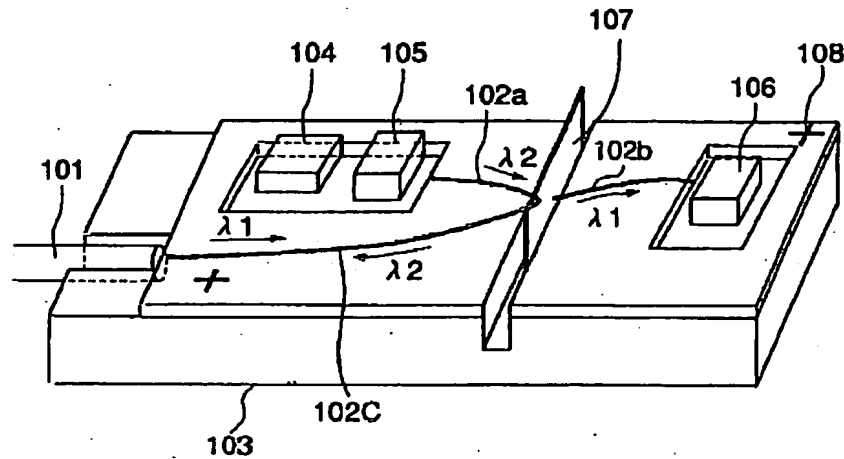
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H05K 7/00

識別記号

F I

(参考)

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA02 BA11 CA37 DA04
DA06 DA12
4E352 AA08 AA17 BB04 BB10 CC54
DR19 DR34 GG12 GG17 GG20
5F073 AB15 AB28 AB30 BA02 FA13
FA23 FA27
5F088 AA01 BA15 BA16 BB01 JA03
JA10 JA13 JA14
5K002 AA05 AA07 BA00 BA04 BA21
FA01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.